

CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

**In Geni**



eISSN: 2697-3642

REVISTA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

<http://revistas.uteq.edu.ec/index.php/ingenio/index>

## Influencia de la inulina en el contenido graso del queso mozzarella fresco y aromatizado

Influence of inulin on the fatty content of fresh and flavored mozzarella cheese

**Katherine Tomasa Mackencie Tobar**  
<https://orcid.org/0000-0002-1809-643X>  
[katherinettob.mackencie@uteq.edu.ec](mailto:katherinettob.mackencie@uteq.edu.ec)  
Universidad Técnica Estatal de Quevedo

**Raquel Marianela Moreno Peñafiel**  
<https://orcid.org/0000-0002-0344-0955>  
[raquelmpen.moreno@uteq.edu.ec](mailto:raquelmpen.moreno@uteq.edu.ec)  
Universidad Técnica Estatal de Quevedo

**Azucena Elizabeth Bernal Gutiérrez**  
<https://orcid.org/0000-0003-2917-6408>  
[abernal@uteq.edu.ec](mailto:abernal@uteq.edu.ec)  
Universidad Técnica Estatal de Quevedo

### RESUMEN

La inulina se emplea principalmente para reemplazar la grasa y reducir su contenido calórico, al adicionarla con bacterias probióticas al queso, este se transforma en un alimento simbiótico. El objetivo de este estudio fue evaluar la influencia de la inulina y tratamiento térmico en el queso de pasta hilada tipo mozzarella fresco aromatizado con *Origanum vulgare* (orégano) y *Rosmarinus officinalis* (romero) mediante la apreciación de las características fisicoquímicas y la evaluación sensorial del producto final. Para denotar el efecto se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial de A x B x C, donde el factor A:

Ingenio  
Enero - Diciembre Vol. 3 Núm. 1 (2020)  
<https://revistas.uteq.edu.ec/index.php/ingenio>  
eISSN: 2697-3642  
[ingenio@uteq.edu.ec](mailto:ingenio@uteq.edu.ec)  
Recepción: 4 de junio 2019  
Aprobación: 23 septiembre 2019  
Pág. 34-48

Esta obra está bajo una Creative Commons  
Atribución/Reconocimiento-NoComercial-  
CompartirIgual 4.0 Licencia Pública Internacional  
— CC BY-NC-SA 4.0  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode.es>

CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

In Geni



eISSN: 2697-3642

REVISTA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

<http://revistas.uteq.edu.ec/index.php/ingenio/index>

tres porcentajes de inulina (0%, 1% y 2%), el factor B: dos tipos de aromatizantes (orégano y romero) y el factor C: Acondicionamiento de la materia prima (pasteurizada y no pasteurizada), con dos repeticiones, lo que corresponde a 24 unidades experimentales. Se analizaron los datos con análisis de varianza (ANOVA) y las medias con la prueba de tukey al 5%. Mediante el programa estadístico StatGraphics e Infostat. La caracterización sensorial se realizó mediante un análisis descriptivo y perfil textural con un panel de catadores semi-entrenados. La inulina influyó significativamente en el pH, humedad, grasa, proteína y rendimiento, destacándose la concentración del 1% de inulina, aromatizado con orégano y elaborado a partir de leche no pasteurizada en cuanto a elección por los catadores y las características fisicoquímicas fue el tratamiento 1% de inulina con orégano, elaborado a partir de leche pasteurizada.

**Palabras Clave:** Inulina, pasta hilada, mozzarella, aromatizado

#### ABSTRACT

Inulin is used mainly to replace fat and reduce its caloric content, adding it with probiotic bacteria to cheese, it becomes a symbiotic food. The aim of this study was to evaluate the influence of inulin and heat treatment on fresh mozzarella-type spiced cheese flavored with *Origanum vulgare* (oregano) and *Rosmarinus officinalis* (rosemary) by assessing the physicochemical characteristics and the sensory evaluation of the product final. To denote the effect, a completely randomized design (DCA) with a factorial arrangement of A x B x C was used, where the factor A: three percentages of inulin (0%, 1% and 2%), the factor B: two types of aromatizers (oregano and rosemary) and Factor C: Conditioning of the raw material (pasteurized and unpasteurized), with two repetitions, which corresponds to 24 experimental units. The data were analyzed with analysis of variance (ANOVA) and the means with the Tukey test at 5%. Through the statistical program StatGraphics and Infostat. The sensory characterization was carried out through a descriptive analysis and textural profile with a panel of semi-trained tasters. Inulin significantly influenced the pH, humidity, fat, protein and yield, highlighting the concentration of 1% inulin, flavored with oregano and made from unpasteurized milk in terms of choice by the tasters and physicochemical characteristics was the treatment 1% inulin with oregano, made from pasteurized milk.

**Key words:** Inulin, pasta filata, mozzarella, flavored

CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

In Geni



eISSN: 2697-3642

REVISTA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

<http://revistas.uteq.edu.ec/index.php/ingenio/index>

## INTRODUCCIÓN

El queso mozzarella pertenece al grupo de los quesos de pasta hilada, y representa el segundo segmento más importante en ventas en la industria quesera debido a que durante su elaboración la cuajada, previamente acidificada, se somete a un amasado con agua caliente que permite estirarla de tal forma que pueda formar bandas, a su vez constituidas por estructuras un tanto alineadas que se pueden separar como hilos, ya que en varios países de Latinoamérica se ha despertado un especial interés por la fabricación y comercialización de este queso debido a su alto consumo, especialmente en la elaboración de comidas rápidas (Ramírez *et al.*, 2010).

Los quesos elaborados con leche sin pasteurizar, están asociados con brotes de enfermedades alimentarias, con mayor frecuencia que los fabricados a partir de leche pasteurizada, aunque también pueden ocasionar intoxicación alimentaria por una inadecuada pasteurización, los quesos elaborados con leche pasteurizada se contaminan posteriormente con microorganismos patógenos (Romero *et al.*, 2009). Según García (1991) la mayoría de los quesos Oaxaca se elaboran con leche cruda, debido a que la secretaria de salud acepta el queso Oaxaca de leche cruda como "Queso Pasteurizado" teniendo en cuenta que en la etapa del malaxado se emplea agua caliente.

La inulina es un carbohidrato natural (no digerible) que se encuentra en vegetales, frutas y cereales, presente en más de 36 000 especies de plantas, especialmente almacenado en su parte subterránea, en la industria alimentaria la utilizan por sus ventajas nutricionales como en la industria láctea es empleada para dar cuerpo, textura cremosa y palatabilidad, pero también es aprovechada como sustituto de las grasas, al adicionar la inulina con bacterias probióticas al queso, este se transforma en un alimento simbiótico, pues combina los beneficios de la fibra (prebiótico) y de las bacterias lácticas; sin embargo, debe cumplir la concentración recomendada de estos dos componentes para ser considerado este tipo de alimento (Ponce, 2014). En algunos quesos, además del cuajo, se añaden otros tipos aromatizantes, como el orégano es una de las hierbas culinarias más famosas y económicamente importantes del mundo; es un arbusto del cual se utilizan sus productos derivados como materia prima para la elaboración de distintos medicamentos, así como también es considerada su importancia en la gastronomía y en la industria alimentaria, y el romero es una planta rica en principios activos y con acción sobre casi todos los órganos de cuerpo humano; al tener un alto contenido en aceites esenciales, cuyos ingredientes activos son flavonoides, ácidos fenólicos y principios amargos, genera una acción tónica y estimulante sobre el sistema nervioso, circulatorio y corazón, además de ser colerético, colagogo, antiespasmódico, diurético, emenagogo y antigodanotrópico (Ortega Lozano, 2018).

Esta investigación se elaboró con el fin de satisfacer el deseo del consumidor de lograr alimentos de calidad organoléptica, nutritivos y seguros. Se estudió el efecto de la inulina y tratamiento térmico en el queso de pasta hilada tipo mozzarella fresco aromatizado con *Origanum vulgare* (orégano) y *Rosmarinus officinalis* (romero), brindando al consumidor un producto con las mismas sensaciones al deleitar un queso fresco, innovador y beneficioso con características prebióticas para la salud.



<http://revistas.uteq.edu.ec/index.php/ingenio/index>

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el taller de lácteos de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ) “Matriz” vía a Santo Domingo km 1 ½, ubicada en el Cantón Quevedo, provincia de Los Ríos, Ecuador. La muestra de leche “materia prima principal para la elaboración del queso” se la adquirió de la ganadería Don Rizo ubicada en el Sector 21 de Enero, la inulina con su marca comercial Beneo G se obtuvo de la ciudad de Quito. El cuajo (Marshall Danesco).

### Manejo del experimento

Se analizaron los datos con análisis de varianza (ANOVA) y las medias con la prueba de tukey al 5%. Mediante el programa estadístico StatGraphics e Infostat para los análisis físicos y químico. Para el análisis organoléptico se realizó con un panel de catadores de la Carrera Agroindustrial de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería con una capacitación previa a la fase de captación. El ensayo se realizó en dos fases: 1. Los catadores se encargan mediante apreciación absoluta de identificar mediante un rango o valor la intensidad del atributo descrito en la fase uno para obtener una definición más clara del producto. 2. Se exponen características texturales en las cuales el catador mediante una capacitación más específica de la definición precisa de los atributos genera un valor a su consideración de las muestras. Mediante el análisis de los datos y criterios arrojados por los catadores se exponen características del producto obtenido.

La recepción de la leche se realizó en recipientes inocuos de acero inoxidable pasando por un medio filtrante (lienzo previamente esterilizado). Unos tratamientos no se pasteurizaron y otros si los cuales se sometieron a una temperatura de 65°C por 30 minutos (pasteurización lenta) no se recomiendan temperaturas más altas de pasteurización por un efecto en la calidad sensorial del queso. Posteriormente la leche debe ser enfriada a 34-35 °C, que es la temperatura donde actúan los cultivos lácticos, se agregó el fermento en concentración de 0,16g, se dejó reposar por alrededor de 45 min para permitir que actúen los cultivos lácticos del queso mozzarella (Merino Jaramillo, L.; Vargas, Et. al. 2010). Luego se agregó 0,5ml de cloruro de calcio, después de 10 minutos se agregó inulina (0%, 1% y 2%), después de 5 minutos se incorpora los aromatizantes (orégano y romero) y 0.2ml de cuajo disuelto en 25 ml de agua purificada cuando la temperatura llega a los 35°C y se dejó reposar por 30min. Después se procedió al corte en cubos de 1.5 cm, para pasar a un reposo previo al desuerado que consiste en la extracción del suero, que se efectuó hasta retirar la mayor cantidad de líquido (Merino Jaramillo, L.; Vargas, Et. al. 2010).

Después que el pH de la cuajada alcanzó valores entre 5-5,3 se procedió al amasado en agua con concentración de sal al 10% y temperatura de 80°C, pasando a un posterior malaxado hasta formar una masa chiclosa. Después se procedió a hilar y darle forma al producto final, los quesos se los mantuvo por 2h en salmuera con una concentración del 20% de sal, luego fueron empacados en fundas de polietileno de baja densidad y conservadas a temperaturas de refrigeración entre 4 y 12 °C (Merino Jaramillo, L.; Vargas, Et. al. 2010). Para la investigación se utilizó 2 litros de leche por

<http://revistas.uteq.edu.ec/index.php/ingenio/index>

tratamiento, y basado en esta cantidad de materia prima están dadas las dosificaciones en el proceso y con respecto a estas el balance de materia de cada uno de los tratamientos.

## RESULTADOS

Se realizó análisis físico-químicos y microbiológicos de la leche que se utilizó para la investigación en dos tipos de estados, observando que se encuentran dentro de los parámetros permitidos por las normas NTE-INEN-9:2015 para leche cruda y NTE-INEN-10:2012 para leche pasteurizada, observando que en la leche cruda presenta microorganismos patógenos que fueron eliminados con el tratamiento térmico aplicado.

**Tabla 1.** Características fisicoquímicas y microbiológicas

Indicador	Leche cruda	Leche pasteurizada
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	01,0285	01,029
Grasa (%)	03,2000	03,200
Acidez (%)	00,1500	00,155
Sólidos Totales	13,7000	22,860
pH	06,6300	06,700
Ceniza (%)	00,7500	00,770
Proteína	04,1000	04,160
Reductasa (h)	> 4	> 4
°Brix	13,9000	14,100
*Coliformes Fecales (NMP/g)	1 x 10 <sup>4</sup>	< 1
*E. Coli (UFC/g)	1,7 x 10 <sup>2</sup>	< 10
*Aerobios Totales	4,1 x 10 <sup>5</sup>	5.4x 10 <sup>4</sup>

\*= Microbiológicas

Para la realización de esta investigación se aplicó el análisis estadístico AXBXC estableciendo como factor A (% de inulina), factor B (tipo de aromatizante) factor C (acondicionamiento de la materia prima), se aplicó la prueba de significancia Tukey ( $p < 0.05$ ) a los factores e interacciones que mostraron diferencia altamente significativa.

### Influencia de la concentración de la inulina en las características físico químicas y rendimiento del queso mozzarella. Resultados respecto al factor A (0%, 1%, 2% de Inulina)

**pH** .- Según el estudio de Maldonado Gómez et al, (2011) en el cual se realizó un esquema tecnológico general y caracterización del queso hilado tipo telita obtuvo rangos de pH de 5.1 – 5.3, los



cuales considerando el rango de pH obtenido de 5.39 – 5.51, se encuentran por encima de estos parámetros, pero sin embargo Ramirez Lopez & Vélez Ruiz, 2012, el queso Oaxaca de familia de pasta hilada con proceso de elaboración similar a la mozzarella contiene pH de 5.0 – 5.5, de acuerdo a Portilla Martínez & Caballero Pérez, 2009 que estudio la influencia de la materia grasa y acidez de la leche sobre las características físico-químicas del queso para tipo Chitaga donde obtuvo un pH promedio de 5.6 el cual presentó mejores características en la cuajada, obteniéndose un queso más suave, comparando con los resultados obtenidos en esta investigación al aplicar el 1% de inulina, se obtiene una media de pH 5.51 (figura 1).

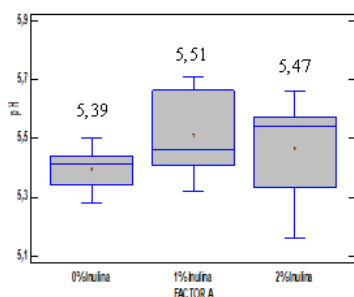


Figura 1.

Resultados de la diferencia de medias entre los porcentajes de inulina (0%, 1% y 2%) con relación al pH.

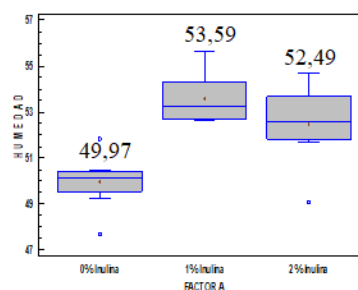


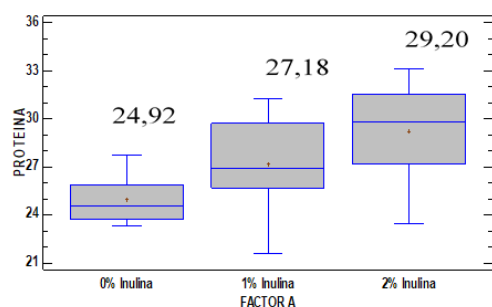
Figura 2. Resultados de la diferencia de medias entre los porcentajes de inulina (0%, 1% y 2%) con relación a la humedad

**Humedad.** - Lucey (1998) dice que la inulina tiene efecto sobre las propiedades reológicas de los geles lácteos principalmente por su capacidad de retener agua y por su interacción sobre las proteínas esperándose que, a mayor cantidad de inulina, los tratamientos presenten mayor humedad. Los valores determinados se encuentran por debajo al requerimiento de la norma NTE INEN 0082 (2011), que exige un valor no mayor al 60%. Ponce Chiriboga (2014) realizó un estudio en queso fresco, que conforme aumentó la cantidad de inulina obtuvo mayor cantidad de humedad. El contenido de humedad es uno de los factores más importantes, en cuanto a la durabilidad del producto y está relacionado con el contenido de actividad acuosa del mismo. Según la Norma INEN NTE 0062 (1974) referente a la clasificación y designaciones el queso obtenido con el 1 – 2% se clasifican como semiduro, por lo tanto, si se desea obtener un queso con mayor porcentaje de humedad de acuerdo a la normativa por motivos de firmeza y que se acerque a la característica de la muestra testigo se daría al utilizar 1% de inulina, que conforme a la media tiene una humedad de 58.69% sin materia grasa. La figura 2 muestra los resultados obtenidos.

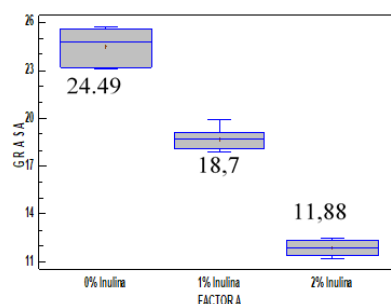
**Proteína.-** Se observa que todos los valores de las medias están por encima de los valores exigidos por la norma NMX-F-733-COFOCALEC (2012) que denota un requerimiento mínimo del 21.5% de proteína en la composición del queso Oaxaca; Madrid (1996) expuso que el queso mozzarella debe

<http://revistas.uteq.edu.ec/index.php/ingenio/index>

contener de 19-20%, Furtado (2001) describió 20-22%, quesoillo (19-22%) estudiado por Ramírez Navas, Osorio Londoño, & Rodríguez de Stouvenel (2010), valores tomados en cuenta en esta investigación basado en bajas la grasa del queso y aumentar su valor proteico, se obtendría al adicionar 2% de inulina (ver figura 3).



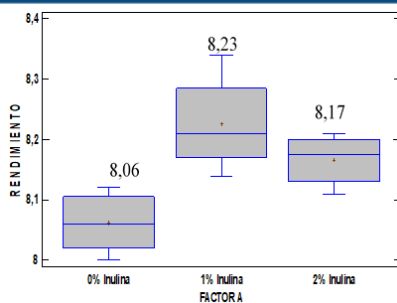
**Figura 3.** Resultados de la diferencia de medias entre los porcentajes de inulina (0%, 1% y 2%) con relación a la Proteína.



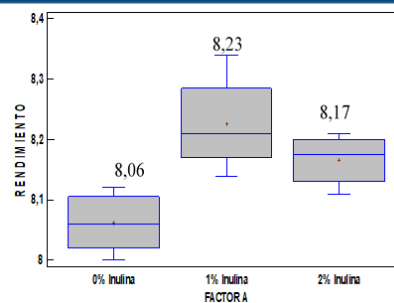
**Figura 4.** Resultados de la diferencia de medias entre los porcentajes de inulina (0%, 1% y 2%) con relación a la Grasa

**Grasa.** - Al realizar el análisis se obtiene algunos valores por debajo de lo expuesto por la norma INEN-NTE-0082 (2011) que exige un mínimo de 45% de grasa en el extracto seco que es no menor a 23.5% en la composición del queso. Ponce (2014) estudió el efecto de la adición de cultivo láctico e inulina en la elaboración y evaluación sensorial del queso fresco bajo en grasa, obtuvo un queso descremado. Ramos L. et al (2005) en la obtención del queso crema probiótico (*L. casei*), bajo en grasa, adicionado con inulina y saborizado obtuvo una reducción del 30% de grasa, mientras que al 1% de inulina en queso mozzarella se obtiene un 23.65%, no obstante, al 2% se obtiene un 50% de reducción de grasa. Hennelly et al (2006) en su estudio de las propiedades texturales, reológicas y micro-estructurales del queso de imitación que contiene inulina concluye que puede usarse para reemplazar hasta el 63% de la grasa en queso de imitación y que el método de adición preferido es como solución de inulina calentada [46]. De acuerdo a la norma INEN NTE 0062 (1984) el queso mozzarella obtenido al 1% (40.30% GES) es considerado semi-graso, al 2% (25.01% GES) ya casi considerado un queso pobre en grasa. Los resultados obtenidos se muestran en la figura 4.

**Rendimiento.** - A mayor cantidad de inulina el rendimiento se ve afectado porque está directamente relacionado con la humedad y la grasa, es decir a mayor humedad, mayor será su rendimiento, esto se debe a que la inulina actúa como agente espesante y retiene agua. Esto concuerda con lo expuesto por Arango et al. (2013) que estudio la influencia del reemplazo de grasas por inulina sobre propiedades reológicas, cinética de coagulación de leche de cuajo y sinéresis de geles de leche, observó que la adición de inulina al 6% se produce reducción de sinéresis y aumentó un rendimiento de la cuajada aproximadamente en 30%. Normalmente para el queso mozzarella según Garcia & Ochoa (1987) al trabajar con leche que contiene 3,5% de materia grasa se obtiene un rendimiento de 8 a 9 kilos de queso terminado por cada 100 litros de leche. La figura 5 muestra los resultados.



**Figura 5.** Resultados de la diferencia de medias entre los porcentajes de inulina (0%, 1% y 2%) con relación al rendimiento



**Figura 6.** Resultados de la diferencia de medias de los tipos de aromatizante (orégano - romero) - pH.

#### Determinación del aromatizante natural que proporcione las mejores características organolépticas del queso mozzarella. Resultados con respecto al factor B (orégano - romero)

No existe normativa que especifique los valores promedios de pH que debe contener un queso, según el estudio de Maldonado Gómez, y otros, (2011) en el cual se realizó un esquema tecnológico general y caracterización del queso hilado tipo telita obtuvo rangos de pH de 5.1 – 5.3, Ramirez Lopez & Vélez Ruiz, 2012, el queso Oaxaca de familia de pasta hilada con proceso de elaboración similar a la mozzarella contiene pH de 5.0 – 5.5, de acuerdo a Portilla Martínez & Caballero Pérez, 2009 que estudio la influencia de la materia grasa y acidez de la leche sobre las características físico-químicas del queso pera tipo chitaga donde obtuvo un pH promedio de 5.6. En la figura 6 se ilustran los resultados de este estudio.

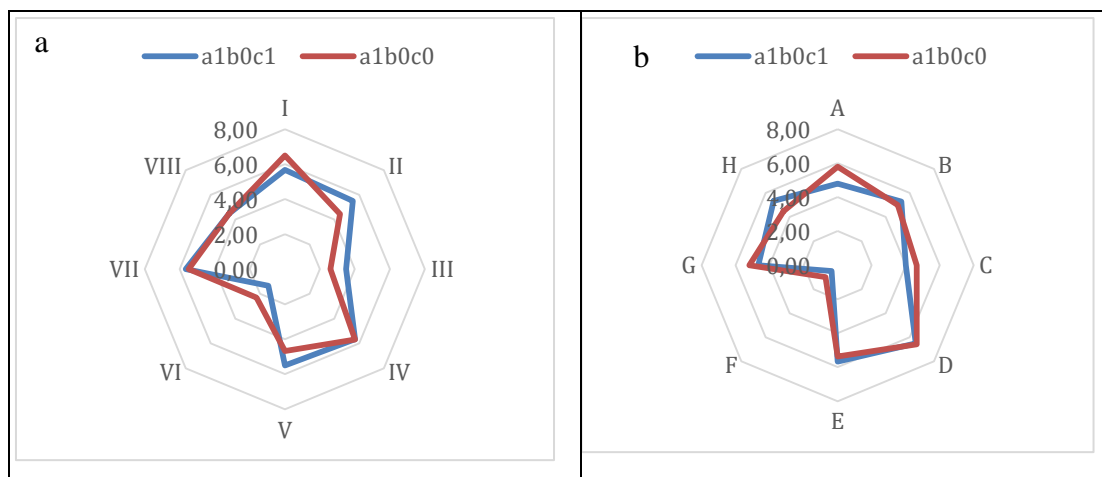
#### Análisis del perfil de textura y análisis sensorial descriptivo del queso mozzarella

La figura 7, literal a, literal b., se observa el comportamiento de cada tratamiento en cuanto al análisis perfil de textura y análisis sensorial descriptivo del queso obtenido en base a las características establecidas. En el literal C, con relación al tratamiento que mayor aceptación tuvo ( $a_1b_0c_1$ ) y el tratamiento con mejores características Físico químicas ( $a_1b_0c_0$ ) en cuanto al análisis perfil de textura, se caracteriza como un queso con firmeza, elasticidad, friabilidad, nivel de deformidad y la masticabilidad pasada del nivel medio, mientras que la adherencia viene a ser similar a la granulosis tienden a ser un poco baja, en cambio la solubilidad está casi en el nivel intermedio. En el Literal d., se aprecia el análisis sensorial descriptivo donde el olor a leche no es tan intenso, la cremosidad intermedia, de baja oleosidad, de color entre blanco y marfil un poco acentuado, un nivel de pastosidad ni alta ni baja, casi nada de amargor, la sal en una escala baja al igual que la dureza que está relacionado con la humedad y la grasa. De esta manera coincide con el dicho por Law

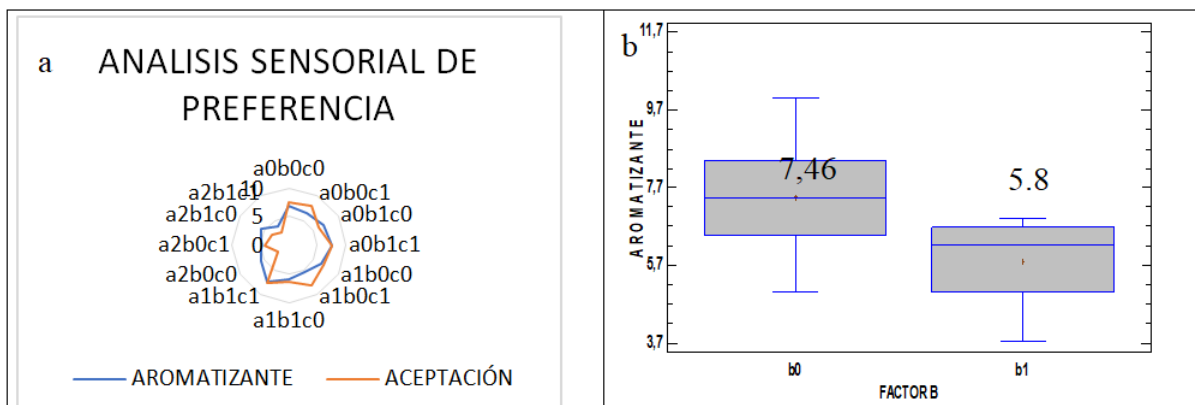




(2012) que los quesos bajos en grasa, el agua se evapora razón por la cual, durante el proceso de maduración, pierden humedad, provocando resequeidad excesiva y por tanto endurecimiento.



**Figura 7.** a. Análisis de perfil de textura del tratamiento con mayor aceptación y mejor tratamiento, b. Análisis sensorial descriptivo del tratamiento con mayor aceptación y mejor tratamiento. Firmeza, II. Elasticidad, III. Adherencia, IV. Friabilidad, V. Deformidad, VI. Granulosidad, VII. Masticabilidad, VIII. Solubilidad, A. Olor a Leche, B. Cremosidad, C. Oleosidad, D. Color (Blanco - Marfil) E. Pastosidad, F. Amargo, G. Sal, H. Dureza.  $a_1b_0c_0$  = Mejor Tratamiento.  $a_1b_0c_1$  = Tratamiento con mayor aceptación.



**Figura 8.** Análisis sensorial descriptivo del queso: a. Comportamiento de cada Tratamiento, b. Nivel de preferencia.

<http://revistas.uteq.edu.ec/index.php/ingenio/index>

**Determinación del aromatizante que proporciona las mejores características sensoriales.** - En la figura 8 se representan las medias obtenidas luego de la evaluación sensorial aplicada a los estudiantes de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, para determinar el aromatizante de preferencia aplicado en los quesos obtenidos, el aromatizante según la prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ) se observa una diferencia estadística en el nivel de preferencia del subnivel  $b_0$  (orégano) en cuanto al nivel  $b_1$  (romero), no obstante, cabe resaltar que los resultados se encuentra por encima del nivel medio de percepción. En cuanto al tratamiento con mayor aceptación a excepción de los tratamientos testigo, fueron los que se trabajaron con Inulina en concentración del 1%, es decir  $a_1b_0c_1$  correspondientes a 1% de inulina aromatizado con orégano y elaborado a partir de leche sin pasteurizar. El segundo queso con mayor aceptación  $a_1b_0c_0$  (1% de inulina – orégano – leche pasteurizada).

Mediante la prueba realizada en la encuesta aplicada a los posibles consumidores de este producto, se formuló una interrogante se les preguntó ¿Qué tan agradable es el aromatizante?, también se incluyó ¿Cuánto le gusto esta muestra?, el comportamiento de los resultados de tal encuesta se observa en la figura 8.

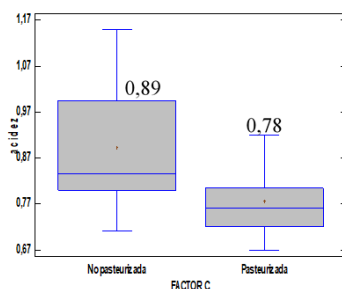
**Determinación del efecto del acondicionamiento de la materia prima sobre reducción de microorganismos patógenos en el producto final. Resultados con respecto al factor C (pasteurizado y no pasteurizado)**

**Acidez.-** Los valores de las medias de acidez varían de 0.78 a 0.89, por efecto del acondicionamiento de la materia prima como se indica en la figura 9. No existe normativa que especifique los rangos de acidez permitidos, no obstante, en la investigación de Castillo Cruz (2001) expulsó valores de  $0.91 \pm 0.07$  en queso mozzarella y Maldonado Gómez et al (2011) denota valores de acidez entre 0.52% - 0.60% en la caracterización del queso telita, perteneciente a la familia de pasta hilada, por lo que para obtener quesos con menor acidez pero que mantenga las características de los quesos de pasta hilada se da al trabajar con leche pasteurizada.

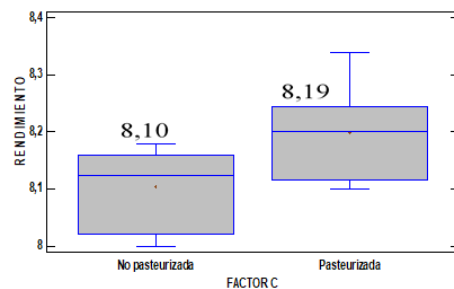
**Rendimiento.** - El rendimiento fue afectado también por el acondicionamiento de la materia prima (no pasteurizada y pasteurizada), que obtuvo medias de 8.10% y 8.19% respectivamente como se muestra en la figura 10. Se obtuvo mayor rendimiento al elaborar queso con leche pasteurizada, esto coincide con Lau et al. (1990) en su estudio sobre la influencia de la pasteurización en las recuperaciones de grasas y nitrógeno y el rendimiento del queso cheddar, obtuvo mayor rendimiento al elaborar el queso con leche pasteurizada en un aumento teórico de .01 a .04 kg. Sobre la base de la medición de la caseína según el método de la International Dairy Federation, parece que aproximadamente el 5% de la proteína de suero originalmente presente en la leche, presumiblemente  $\beta$ -lactoglobulina, se asoció con las micelas de caseína después de la pasteurización de la leche. La caseína es más importante que la grasa al determinar el rendimiento ya que la caseína forma la



matriz estructural del queso que retiene la grasa y la humedad; la caseína también está altamente hidratada y retiene la humedad durante la elaboración del queso.

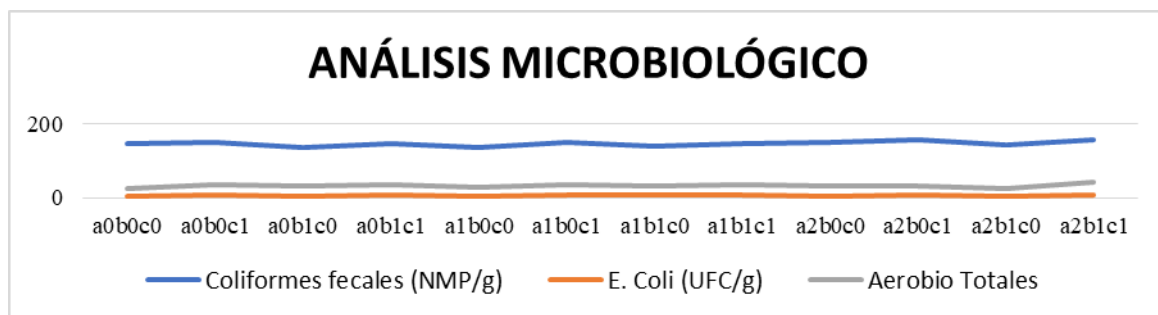


**Figura 9.** Resultados de la diferencia de medias entre los acondicionamientos de la materia prima (pasteurizada y no pasteurizada). Acidez



**Figura 10.** Resultados de la diferencia de medias entre los acondicionamientos de la materia prima (pasteurizada y no pasteurizada) – Rendimiento.

**Análisis microbiológico del queso mozzarella**



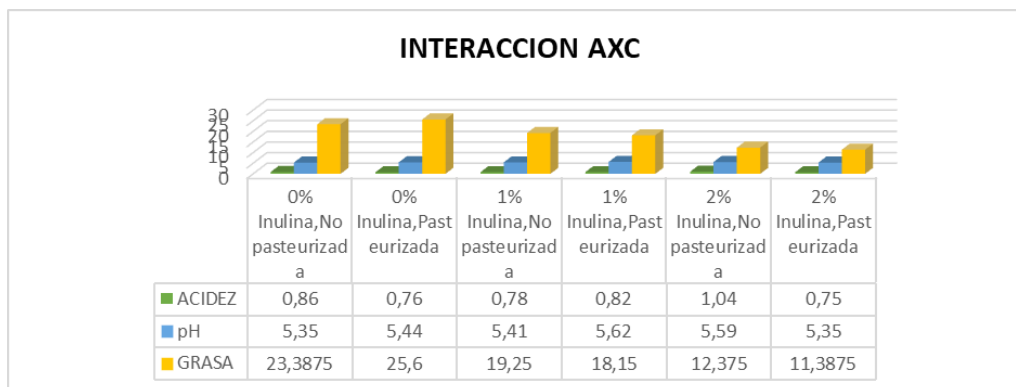
**Figura 11.** Comportamiento microbiológico en el queso mozzarella

Los análisis microbiológicos realizados a los diferentes tratamientos del queso mozzarella fresco y aromatizado como se pueden observar en la figura 11, se determinó que están dentro del rango establecido por la NTE-INEN-1528 (2012) por lo que al trabajar o no con leche pasteurizada no afecta su calidad microbiológica en el producto final. Según García Islas la mayoría de los quesos Oaxaca se elaboran con leche cruda, debido a que la secretaria de salud acepta el queso Oaxaca de leche cruda como “Queso Pasteurizado” teniendo en cuenta que en la etapa del malaxado se emplea agua caliente. Pero al parecer no es suficiente trabajar solamente con agua caliente en el malaxado, sin una previa pasteurización de la leche, debido a que varios investigadores han revelado la presencia de microorganismos patógenos como *S. aureus* enterotoxigénico, *Escherichia Coli*, *Salmonella Spp* y

*Listeria monocytogenes* en quesos blancos blandos elaborados con leche sin pasteurizar, la principal razón puede ser a las malas prácticas de higiene, pero sin embargo no se descarta la susceptibilidad de formación de colonias en los quesos elaborados a partir de una leche sin un previo tratamiento térmico.

### Interpretaciones de las interacciones

#### Interacción AXC en el producto final



**Figura 12.** Resultados de la diferencia de medias entre las interacciones (porcentaje de inulina y acondicionamiento de la materia prima).

En la figura 12, se muestran los resultados de la prueba de tukey ( $p > 0.05$ ) en la interacción AXC (% de inulina – acondicionamiento de la materia prima) en las siguientes variables: con relación al indicador pH se observa una media de 5.35 como valor más bajo al realizar la interacción  $a_2c_0$  (2% de inulina - pasteurizada), este mismo valor se presenta en 0% de inulina y leche no pasteurizada, mientras que el valor más alto 5.62 se observa en la interacción  $a_1c_0$  (1% de inulina - pasteurizada), los valores de pH se vieron afectados por la interacción del acondicionamiento de la materia prima y porcentaje de inulina, es todo lo contrario a lo obtenido por Modzelewska-Kapitula, et al (2007) en la que se estudió la influencia de la inulina HPX y el probiótico *Lactobacillus plantarum* en el queso blando, donde los valores de pH no cambiaron con la adición de la inulina. En cuanto al indicador acidez se presenta un valor de 0.75 reportado como más bajo en la interacción (2% de inulina- leche pasteurizada), mientras que el valor 1.04 reportado más alto se encuentra en 2% de inulina con leche no pasteurizada, existiendo diferencia significativa según la prueba de tukey ( $p < 0,05$ ) entre las interacciones 2% de inulina más leche no pasteurizada con los restantes tratamientos excepto con la interacción 0% de inulina más leche no pasteurizada. Maldonado Gómez et al (2011) denota valores

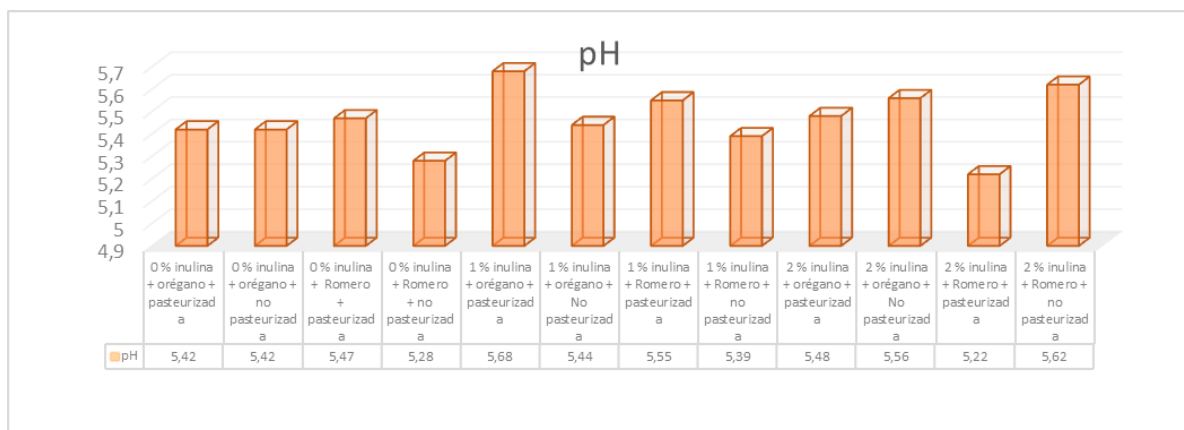


<http://revistas.uteq.edu.ec/index.php/ingenio/index>

de acidez entre 0.52% - 0.60% en la caracterización del queso telita, perteneciente a la familia de pasta hilada, los valores reportados se encuentran por encima de estos rangos.

En cuanto al indicador grasa, en la prueba de tukey ( $p < 0,05$ ), expone un valor de 11.3875 % como valor más bajo, mientras que el valor 25.6% correspondiente a la muestra control se presenta como valor más alto. De acuerdo a la norma INEN-NTE-0082 (2011), exige un valor 45% de grasa en el extracto seco que es no menor a 23.5%, a excepción de los quesos testigo, los quesos con 1% de inulina se acercan a este valor con leche pasteurizada y no pasteurizada (18.15% y 19.25%) respectivamente. La norma INEN NTE 0062 los clasifica como quesos semigrasos, mientras que al 2% se obtiene un queso pobre en grasa.

#### Resultados de las interacciones AxBxC



**Figura 13.** Resultados de la diferencia de medias entre las interacciones (porcentaje de inulina, tipos de aromatizante y acondicionamiento de la materia prima).

En la figura 13 se muestran los resultados de la prueba de tukey ( $p > 0.05$ ) en la interacción AXBXC (porcentaje de inulina – tipos de aromatizante – acondicionamiento de la materia prima) con relación al indicador pH, se observa una media de 5.22 como valor más bajo al realizar la interacción  $a_2b_0c_0$  (2% de inulina - romero - pasteurizada), mientras que el valor más alto 5.68 se determinó en la interacción  $a_1b_0c_0$  (1% de inulina - orégano - pasteurizada), ya que no existe normativa que especifique los valores promedios de pH que debe contener un queso con estas interacciones, según de Rita Cava & Lidia Woyzechowsky (2006) estudiaron el efecto de la adición de nisina en queso fresco "telita" sobre la supervivencia de *Staphylococcus aureus* mostraron valores entre 5,3 a 5,9 lo cual los valores de la interacción AXBXC se encuentran dentro del rango. Mientras que Maldonado



<http://revistas.uteq.edu.ec/index.php/ingenio/index>

Gómez, R. J. & Bernavé Meléndez (2011) estudio el esquema tecnológico general y caracterización del queso hilado tipo telita obtuvo un pH 5,1 - 5.3 las interacciones estudiadas se encuentran por encima del valor mencionado por este autor.

### CONCLUSIONES

Al incorporar un tipo de alimento prebiótico reduce su contenido de grasa convirtiéndolo en un queso semigraso, que aumenta su contenido de humedad por lo que se considera un queso semiduro, denotando que un proceso sometido a concentración de 1% de inulina mantiene esta caracterización y no afecta sus características sensoriales (textura), en cuanto a los tipos de aromatizante el orégano influyo significativamente teniendo un pH (5,49) y un valor más bajo al utilizar romero (5.42) en el queso mozzarella, correspondiente al nivel de aceptación el orégano fue el preferido, con respecto a los tipos de acondicionamiento de la materia prima realizados antes de la elaboración del queso mozzarella no influyen en la calidad microbiológica del producto final y que los valores obtenidos están dentro de los parámetros establecidos por norma NTE-INEN-82 (2011), no obstante, en los análisis sensoriales el queso de mayor aceptación fue el elaborado a partir de leche sin pasteurizar, pero sin embargo debido a la susceptibilidad del producto presentaron mejores condiciones microbiológicas el queso elaborado a partir de leche pasteurizada.

El tratamiento con menor costo fue El tratamiento con menor costo fue  $a_1b_0c_0$  (1% de inulina-orégano-pasteurizada), concluyendo que el costo está relacionado directamente con el rendimiento, por lo tanto a mayor rendimiento menor costo. Pero sin embargo el costo del tratamiento de mayor preferencia  $a_1b_0c_1$  (1% de inulina - orégano - no pasteurizada) no se queda atrás debido a que también tiene un buen rendimiento

### REFERENCIAS

- Arango, O.; Trujillo, A. J.; Castillo, M. 2013. Influence of fat replacement by inulin on rheological properties, kinetics of rennet milk coagulation, and syneresis of milk gels. *Journal of dairy science*, 96(4), 1984-1996.
- Castillo Cruz, J. 2001, Elaboración de queso mozzarella con diferente porcentaje de grasa en la leche de vaca. Guácimo: Universidad EARTH.
- García, I. 1991, Manual de fabricación de quesos prounilac. Universidad autónoma del estado de hidalgo, 30.
- García, O.; Ochoa, I., «Preparacion del Queso Mozzarella.,» SENA(Servicio Nacional de Aprendizaje). Centro Agropecuario de la Sabana., p. 16, 1987.
- Lau, K. Y.; Barbano, D. M.; Rasmussen, R. R., 1990, «Influence of Pasteurization on Fat and Nitrogen Recoveries and Cheddar Cheese Yield.,» *Journal of Dairy Science.*, vol. 3, nº 3, pp. 561-570.

<http://revistas.uteq.edu.ec/index.php/ingenio/index>

- Law, Barry A. 2012, Microbiology and biochemistry of cheese and fermented milk. Springer Science & Business Media.
- Lucey, J.A. et al., «A comparison of formation, rheological properties and microstructure of acid skim milk gels made with a bacterial culture or glucono- $\delta$  lactone.,» Food Research International, vol. 31, pp. 147-155, 1998.
- Maldonado Gómez, R.; Rodríguez, M.; Llanca Córdova, L.; Román Montilla, Y.; Isturiz Vásquez, R.; Giménez Alfaro, O.; Gámez Mendoza, L.; Meléndez, B. 2011, Esquema tecnológico general y caracterización. Scielo, 177-188.
- Merino Jaramillo, L.; Vargas Puyo, V.; Franco Rodríguez, J.; Kuffo Garcia, A. ; Alvarado Luzuriaga, J.; Cobos Mora, F. ; Murillo Sandoya, S.; Massuh Manzur, M. (2010). Fortalecimientos de las capacidades en la elaboración de derivados lácticos. Guayaquil-Ecuador: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
- NTE-INEN-0062, « Quesos. Clasificación y designaciones,» Norma Técnica Ecuatoriana, 1974.
- NTE-INEN-0062. 1974, Quesos. Clasificación y designaciones. Norma Técnica Ecuatoriana.
- NTE-INEN-1528. 2012, Norma general para quesos frescos no madurados. Requisitos (First edition ed.).
- Ortega Lozano, A. B. (2018). con el fin de satisfacer el deseo del consumidor de lograr alimentos de calidad organoléptica, nutritivos y seguros (Schmidt, 1990). Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana.
- Ponce Chiriboga, M. A. 2014, Estudio del efecto de la adición de cultivo láctico e inulina en la elaboración y evaluación sensorial del queso fresco bajo en grasa. Recuperado el 11 de Octubre de 2017.
- Portilla Martínez, M.; Caballero Pérez, L., «Influencia de la materia grasa y acidez de la leche sobre las características físico-químico del queso para tipo chitaga,» Revista Bistua - Redalyc, vol. 7, nº 2, pp. 9-10, Julio - Diciembre, 2009.
- Ramírez López, C.; Vélez Ruiz, J.F. (2012). Quesos Frescos: propiedades, métodos de determinación y factores que afectan su calidad. Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos., 131 - 148.
- Ramírez Navas, J.; Osorio Londoño, M.; Rodríguez de Stouvenel, A. 2010, El Quesillo: un queso colombiano de pasta hilada. Tecnología Láctea Latinoamericana (60), 63.
- Ramos, L.; Gallardo, Y.; Ortega, O.; Del Real, E. y Paz, T., 2005. «Elaboración de Queso Crema Probiótico (L. casei), Bajo en Grasa, Adicionado con Inulina y Saborizado.,» VII Congreso Nacional de Ciencia de los Alimentos y III Foro de Ciencia y Tecnología de Alimentos, pp. 55-62.
- Romero Castillo, P. A.; Leyva Ruelas, G.; Cruz Castillo, J. G.; Santos Moreno, A.; 2009, Evaluación de la calidad sanitaria de quesos crema tropical mexicano de la región de tomalá, chiapas. Mexicana de Ingeniería Química, 8(1), 111-119.
- Schmidt Hebbel, H. 1990, Aditivos alimentarios y la reglamentación de los alimentos. Santiago-Chile: Universitaria San Francisco 454.